

26/vn-71

B-123

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

2530/2-71

6-5777



5777

Я. Ваврищук , В. Жук , Э. Крупа , В.И. Разов ,  
Я. Сажински , Н.А. Тихонов , Х. Фуя

ИЗУЧЕНИЕ МУЛЬТИПОЛЬНОСТЕЙ  
ПЕРЕХОДОВ И ХАРАКТЕРИСТИК  
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ  $^{147}\text{Eu}$   
МЕТОДОМ УГЛОВЫХ ГАММА-ГАММА-  
КОРРЕЛЯЦИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1971

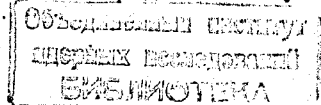
6-5777

Я. Ваврищук\*, В. Жук\*, Э. Крупа\*, В.И. Разов\*\*,  
Я. Сажински\*, Н.А. Тихонов\*\*\*, Х. Фуя

**ИЗУЧЕНИЕ МУЛЬТИПОЛЬНОСТЕЙ  
ПЕРЕХОДОВ И ХАРАКТЕРИСТИК  
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ  $^{147}\text{Eu}$   
МЕТОДОМ УГЛОВЫХ ГАММА-ГАММА-  
КОРРЕЛЯЦИЙ**

Направлено в Известия АН СССР (сер. физ.)

- Институт физики Университета М. Кюри-Склодовской, Люблин, Польша
- • Дальневосточный государственный университет, Владивосток
- • • Институт физики Ленинградского государственного университета.



Изучению распада  $^{147}\text{Gd} - ^{147}\text{Eu}$  посвящен ряд работ. Наиболее полные данные о схеме распада получены в работах <sup>/1-3/</sup>. Измерение магнитного момента возбужденного состояния 625 кэв было проведено в работе <sup>/4/</sup>. Нижняя часть схемы возбужденных состояний  $^{147}\text{Eu}$ , предложенная в работе Авотиной и др. <sup>/3/</sup>, представлена на рис. 1, где указаны также наши результаты по измерению угловых  $\gamma$ - $\gamma$ -корреляций.

Нами проводились измерения угловых корреляций гамма-квантов с энергией 396, 765, 893 и 1130 кэв, совпадающих с наиболее интенсивным гамма-переходом 229 кэв.

#### Условия эксперимента

Источником служила гадолиниевая фракция, выделенная из танталовой мишени, облученной протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ в Дубне. В источнике, кроме  $^{147}\text{Gd}$ , присутствовали в основном  $^{149}\text{Gd}$  и  $^{146}\text{Gd}$ . Измерения проводились в Отделе ядерной спектроскопии и радиохимии ЛЯП в Дубне.

Применялась автоматизированная корреляционная установка с двумя энергетическими "окнами" <sup>/5/</sup> с применением скинтилляционного кристалла  $\text{NaJ}(\text{Tl})$  размером 40x40 мм и полупроводникового  $\text{Ge}(\text{Li})$  -

детектора объемом  $50 \text{ см}^3$  с разрешением 5 кэВ для линии 662 кэВ  $^{137}\text{Cs}$ . Разрешение временного тракта составляло 60 нсек.

Одно окно спектрометра (тракт с  $\text{NaJ(Tl)}$ ) устанавливалось на гамма-линию 229 кэВ, а второе - рядом с этой линией для одновременного анализа совпадений, связанных с регистрацией комптоновских гамма-лучей от высокоэнергетических гамма-переходов. Регистрировались совпадения для углов 90, 135, 180 и  $225^\circ$ . Время экспозиции на каждом угле составляло 2 мин.

Информация накапливалась в восьми участках автоматически разделяемой памяти 1024-канального анализатора. NTA-512B.

Полученные нами экспериментальные значения коэффициентов функции углового распределения  $A_2$  и  $A_4$  исследуемых гамма-каскадов приведены в таблице 1, где введены поправки на совпадения с комптоновскими гамма-лучами, случайные совпадения, телесные углы и эффективности детекторов.

Таблица 1

Данные измерений угловых корреляций в распаде  $^{147}\text{Eu}$

Каскад (кэВ)	$A_2$	$A_4$
396 - 229	$-0,016 \pm 0,008$	$+0,004 \pm 0,015$
765 - 229	$+0,022 \pm 0,013$	$-0,018 \pm 0,024$
893 - 229	$+0,008 \pm 0,011$	$-0,004 \pm 0,021$
1130 - 229	$+0,009 \pm 0,014$	$-0,016 \pm 0,028$

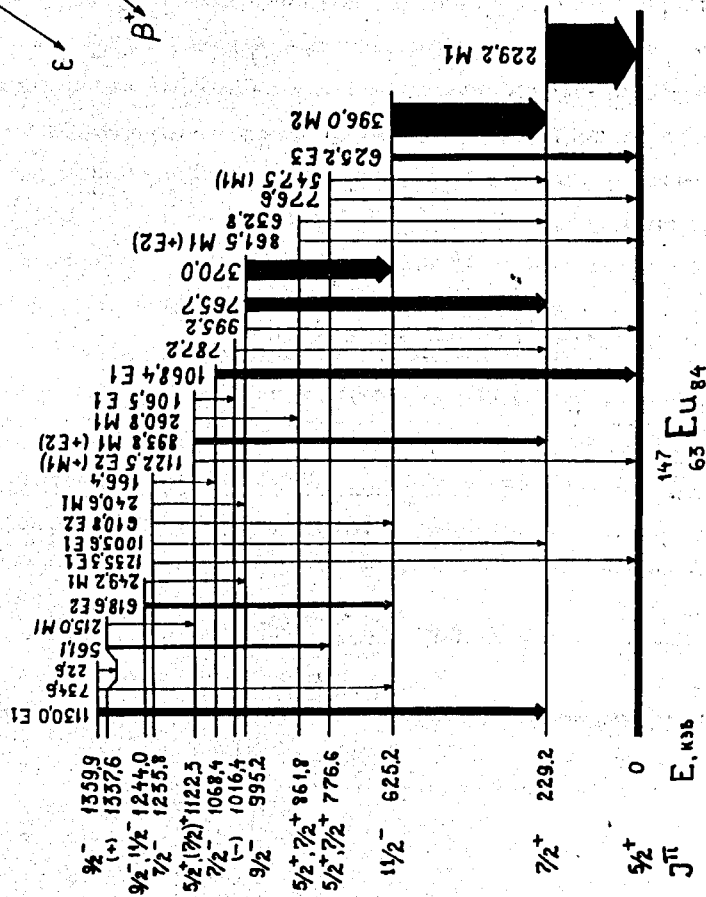
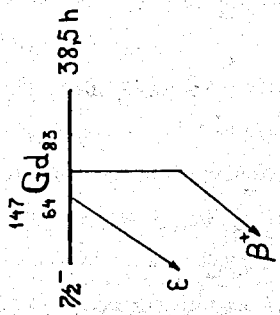


Рис. 1. Нижняя часть возбужденных уровней  $^{147}\text{Eu}$  /4/. Указанные квантовые характеристики энергетических состояний и мультипольности переходов установлены только на основании измерений электронов внутренней конверсии и характера  $\beta^-$ -распада  $^{147}\text{Gd}$ .

## Анализ результатов

Характеристики основного и первых двух возбужденных состояний <sup>147</sup>Eu хорошо известны. Их можно интерпретировать как одночастичные состояния  $d_{5/2}$ ,  $g_{7/2}$  и  $h_{11/2}$ , соответственно, или как нильссоновские состояния слабодеформированного ядра /6/.

В работе Авотиной и др. /1,3/ на основании отношения коэффициентов внутренней конверсии (КВК) на L-подоболочках определены мультипольности переходов с энергией 229 и 396 кэВ, разряжающих эти уровни как  $M1 + \leq 1\% E2$  и  $M2 + \leq 2\% E3$ , соответственно. Знаки коэффициентов смеси  $\delta$  для этих переходов остались неизвестными. Поэтому нами измерялась угловая корреляция каскада (765-229) кэВ с последовательностью спинов  $9/2(D,D)7/2(D,Q)5/2$ . Найденный коэффициент  $A_2$  углового распределения этих квантов соответствует положительному  $\delta(229 \text{ кэВ})$  со значением:  $\delta_{229} = 0,091 \pm 0,055$  (тогда  $\delta_{229}^2 = 0,008 \begin{smallmatrix} +0,013 \\ -0,007 \end{smallmatrix}$ ).

Этот результат вместе с данными по КВК /1,3/ позволяет более точно определить пределы значений  $\delta_{229}$  как  $+0,036 \leq \delta_{229} \leq +0,100$ .

Так как обсуждение всех остальных измеренных корреляций приводится с использованием этого результата, то его точность является в дальнейшем существенной.

На основании корреляции каскада (396-229) кэВ по методу Ариса и Виденбека (рис. 2) определена примесь  $E3$  к мультипольности  $M2$  перехода 396 кэВ:

$$+0,035 \leq \delta_{396} \leq +0,160 \quad (0,001 \leq \delta_{396}^2 \leq 0,025).$$

Этот результат находится в хорошем согласии с данными по КВК работы /1,3/.

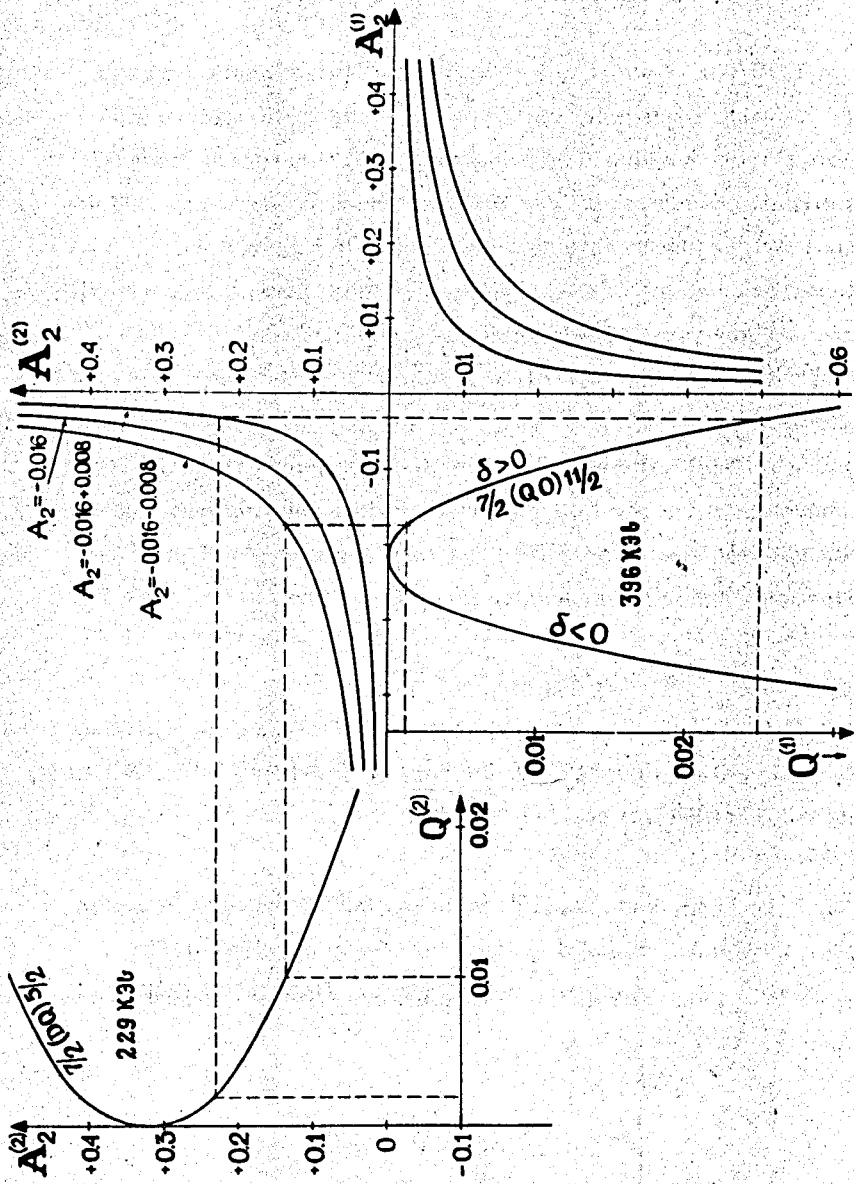


Рис. 2. Графики Арнса и Виденбека для определения оптимальной примеси к переходу 396 кэв из корреляции каскада (396-229) кэв,  $11/2(Q, 0)$   $7/2(D, Q) 5/2$ .

Коэффициент  $A_2$  каскада (1130-229) кэв в предположении, что переход 1130 кэв чистый  $E1$  <sup>/3/</sup>, дает значение спина уровня 1359 кэв, равное  $9/2^-$  (рис. 3). Спин этого состояния до сих пор не был определен.

Для уровня 1122 кэв в работе <sup>/3/</sup> приводятся два значения спина:  $5/2$  или  $7/2$ . Корреляция каскада (893-229) кэв не решает однозначно, которая из этих величин более вероятна. Это является следствием отсутствия однозначных данных о мультипольности перехода 893 кэв. Если это переход  $M1$  с небольшой примесью  $E2$  <sup>/1/</sup> (в работе <sup>/3/</sup> допускается возможность чистого  $E2$  перехода), наши данные соответствуют спину  $5/2$  с коэффициентом смеси (для перехода 893 кэв)

$$+ 0,095 \leq \delta_{893} \leq 0,185 \quad (0,009 \leq \delta_{893}^2 \leq 0,034).$$

Этот вывод следует из рис. 4.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность К.Я. Громову и В.А. Морозову за постоянное внимание и большую помощь при выполнении этой работы, химикам ЛЯП - за приготовление источников, а также М.В. Климентовской - за ценные советы.

#### Литература

1. М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, А.В. Золотавин, В.О. Сергеев, В.Е. Тер-Нерсесянц, Я. Врзал, Н.А. Лебедев, Я. Липтак, Я. Урбанец. Изв. АН СССР, сер. физ., 30, 1292 (1966).
2. Nucl. Data B2-4-35 (1967).
3. М.П. Авотина, Е.В. Григорьев, А.В. Золотавин, В.О. Сергеев, Р. Арльт, Г. Музиоль, Х. Штрусный. Изв. АН СССР, сер. физ., 33, 2042 (1969).
4. М.В. Климентовская, Н.А. Лебедев, А.А. Сорокин. Изв. АН СССР, сер. физ., 33, 2053 (1969).



5. Я. Вавришук, В. Жук, Э. Крупа, В.И. Разов, Я. Сажински, С. Суботович. Препринт ОИЯИ 13-5500, Дубна, 1970.
6. Э.Е. Берлович, Ю.Н. Новиков. Письма ЖЭТФ, 11, 281 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 мая 1971 года.

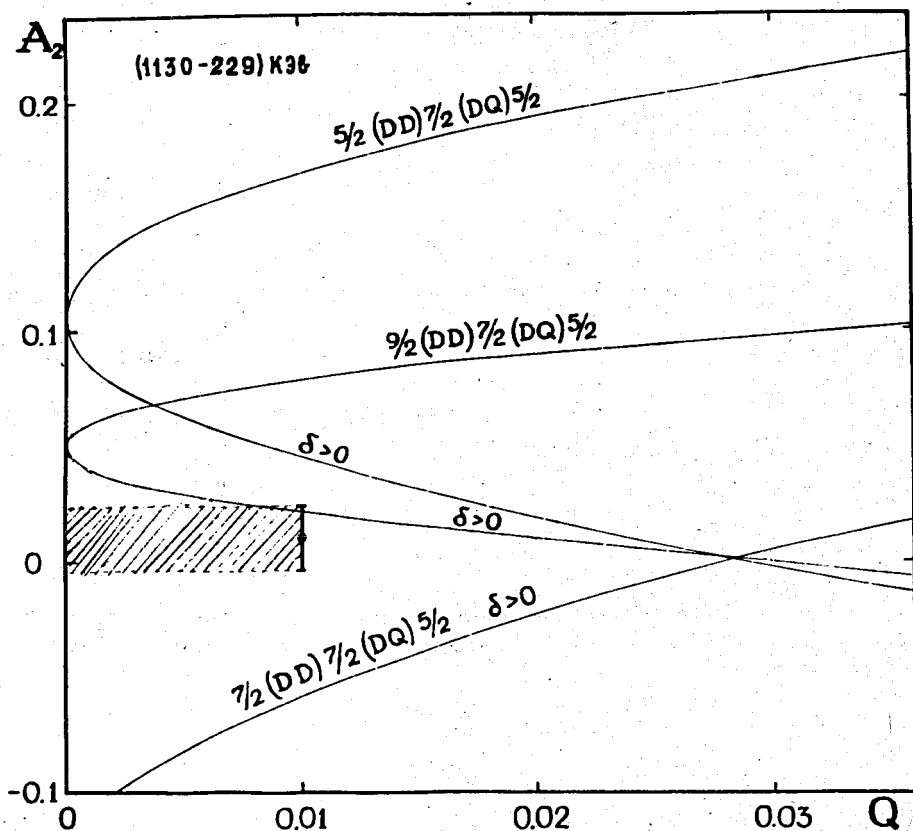


Рис. 3. Зависимость коэффициента  $A_2$  углового распределения гамма-квантов каскада (1130-229) кэВ от коэффициента смеси перехода 229 кэВ для последовательностей спинов:  $5/2-7/2-5/2, 9/2-7/2-5/2, 7/2-7/2-5/2$ .

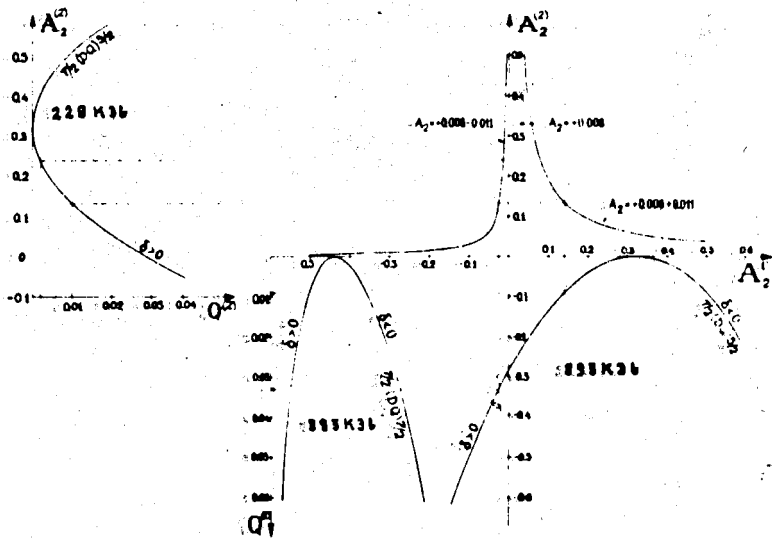


Рис. 4. Графики Арнса-Виденбека для определения значения спина уровня 1122 кэВ на основании измерений корреляции каскада (893-229) кэВ.